

MİMARLIKDA SAYDAM YALITIM UYGULAMALARI

B. BURCU YEŞİLDAL GENÇ, GÜL KOÇLAR ORAL

ÖZET

Son yıllarda saydam yalıtım konusunda yapılan çalışmalar ileri teknoloji ürünü olan saydam yalıtım malzemelerinin, binanın ısısal performansı üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Ülkemizin bu gelişime uyum sağlaması, enerji korunumlu ve yaşam kalitesini artıran binalar yapılması, sürdürülebilir bir çevre yaratılması açısından önemlidir. Bu nedenle, bu çalışmada Türkiye’de yeterince tanınmayan ve kullanılmayan saydam yalıtım malzemelerinin tanıtımının yapılması ve başlıca uygulama alanlarının ve çalışma prensiplerinin irdelenmesi hedeflenmiştir. Sırdam yalıtım malzemelerinin binalardaki enerji tasarrufuna katkıları İstanbul için hacim ölçeğinde yapılan hesaplamalara dayanılarak açıklanmaktadır.

1. GİRİŞ

Çevresel sorunların dünya gündemindeki yerini ve önemini koruması, 21. yüzyılda bina ve yerleşim birimleri tasarım konusunun, günümüzde olduğu gibi gelecekte de önemli bir konu olarak gündemde kalacağının bir işaretidir. Enerji kaynaklarının sınırlı olması, binalarda enerji korunumunu sağlamak ve binanın enerji korunumu açısından performansını arttırmakla birlikte, enerji kaynaklarının seçiminde tükenebilir enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi gerektirmektedir [1].

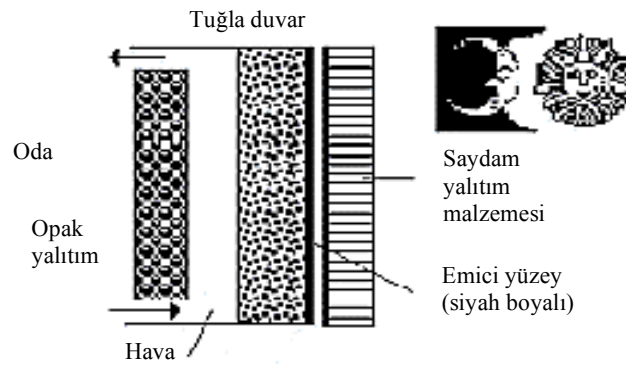
Binalarda enerji tüketimini azaltmada en etkin önlemlerden birisi de, bina kabuğunun ısıl direncini artırarak, ısı kaybını en aza indirmektedir. Enerji korunumlu, düşük enerjili bina kabuğu kuruluşlarında gündeme gelen “saydam yalıtım” uygulaması ile ısı kayıpları en aza indirgenmekte, ayrıca güneş ışınlarının masif duvara iletilmesi ile duvarın ısıl kütle olarak çalışması sağlanmaktadır.

2. SAYDAM YALITIM MALZEMELERİNİN TANIMLANMASI

Saydam yalıtım malzemeleri, iletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışıma (radyasyon) yolu ile meydana gelen ısı kayıplarını azaltırken aynı zamanda ısı kazancını da sağlayan saydam veya yarı saydam malzemeler olarak adlandırılmaktadır. Saydam yalıtım malzemelerinin bütün çeşitleri havayı, belirli ölçüleri ve şekilleri olan hücreler ile çevrelemek esasına dayanmaktadır. Bu hücrelerin içinde, sıcaklık yolu ile oluşan hava hareketi minimuma düşürülmektedir [2].

Yapılan çalışmalar, güneşe bakan cephelerden kaynaklanan ısı kayıplarındaki net azaltımın %75 oranında olabileceğini göstermektedir [3,4].

Saydam yalıtım malzemeleri, toplam güneş ışımasını spektrumu (ultraviyolede kızılötesinin yakınlıklarına kadar) için yüksek geçirgenlik ve iyi yalıtım özelliklerine sahiptir. Saydam yalıtım sisteminin ilk ve en basit uygulaması koyu renkli (siyah) bir duvarın önüne cam tabakası koymaktır (Trombe duvarı). Bu sayede, camdan geçirilen güneş ışımasını aracılığı ile ısı kazancı oluşmakta ve taşınım sebebiyle oluşan ana kayıplar azaltılmış olmaktadır [5].



Şekil 2.1- Saydam yalıtım malzemesi kullanılan Trombe duvarı [6]

Binalarda saydam yalıtım malzemeleri kullanıldığında, oluşan ısı kayıpları güneş ışıını kazanları ile telafi edilebilmektedir. Elde edilen ısı kazanları binaların ısıtılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu, saydam yalıtımın temel prensibidir. Geleneksel yalıtımda ise ısı geçiş kayıplarının azaltılması temel prensiptir.

Saydam yalıtım malzemelerinin iki temel özelliğı vardır [7].

- Isı korunumunda etkili olması (toplam ısı geçirme katsayısının, U, olabildiğince düşük değerde olması)
- Güneş ışıını geçirgenliğinde etkili olması (enerji geçirgenlik değerin, g, olabildiğince yüksek değerde olması)

3. SAYDAM YALITIM MALZEMELERİNİN UYGULAMA ALANLARI

Ülkemizde başlıca enerji tüketimi talepleri mekanların ısıtılmasına ilişkindir. Bugüne kadar bu talepler çevreye zarar veren yakıtlar ile karşılanmıştır. Bu olumsuzluğu gidermek için yenilenebilir enerji kaynaklarına duyulan ilgi artmaktadır.

Güneş enerjisine dayalı ısıtma sistemleri ısı depolama temeline dayanmaktadır. Bu sistemler, yaz aylarında elde edilen güneş enerjisinin büyük bir kısmını depolamaktadır. Elde edilen veriler, saydam yalıtım malzemelerinin yüksek sıcaklık veya depolama sistemleri için yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir [8].

Saydam yalıtım malzemeleri genellikle pasif sistem olarak işlev gören bina cephelerinde, gün ışığı uygulamalarında, binaların enerji etkin yenilenmesinde ve hava taşıyıcı kollektörlerde kullanılmaktadır [9].

3.1. Pasif Sistem Olarak İşlev Gören Bina Cepheleri

Saydam yalıtım malzemelerinin en yaygın uygulamaları masif bir depolama duvarı ile kullanımları şeklindedir. Saydam yalıtılmış masif depolama duvarı, binaların ısıtılmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

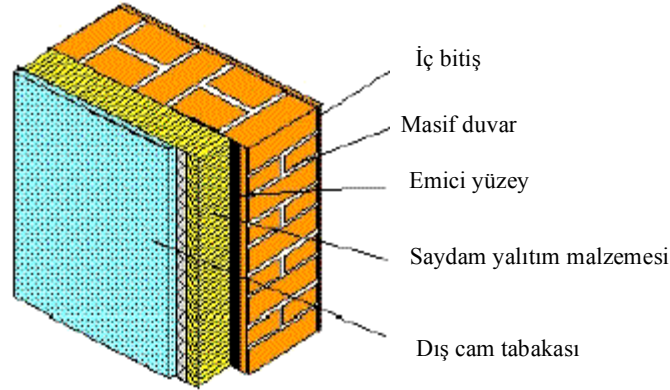
Saydam yalıtılmış bina dış duvarı, geleneksel yalıtımın ve güneş kollektörünün birleşimi olarak kabul edilmektedir ve pencereden gelen direkt güneş enerjisi kazanları ile birleştirilerek, gün boyunca sürekli olarak güneş enerjisi kazancı elde edilmektedir [8].

Masif ısı depolama duvarını oluşturan başlıca dört bileşen Şekil 3.1.'de görölmektedir [8].

Bu bileşenler;

- dış cam tabakası,
- saydam yalıtım malzemesi,

- emici yüzey ve
- masif duvardır.



Şekil 3.1- Saydam yalıtım malzemesinin dış duvara uygulanması [10]

Dış cam tabakası, saydam yalıtım malzemesinin dış hava şartlarından etkilenmemesi için kullanılmaktadır. Bu cam tabakası, kırılmayan camdan üretilmektedir ve pürüzlü iç yüzeyi direkt yansımaları azaltmaktadır.

Saydam yalıtım malzemesi ile en dıştaki cam tabakası arasında bir boşluk bulunmaktadır. Bu boşluk, şiddetli hava koşullarında yoğunlaşma suyunun kapiler veya balpeteği yapıdaki saydam yalıtım malzemesinin içine girmesini engellemek ve gölgeleme elemanını yerleştirmek için kullanılmaktadır [5].

İki cam tabakasından oluşan, genellikle prefabrike olan ve bir çerçeve ile bir arada tutulan modüler saydam yalıtım malzemeleri, duvar yüzeyine monte edilebildiği gibi duvar yüzeyi ile saydam yalıtım malzemesi arasında hava boşluğu bırakılarak da uygulanabilmektedir. Saydam yalıtım malzemesinin çerçeve malzemesi düşük ısı iletim değerine sahip olmalıdır ve güneş ışınımı kazancını maksimize etmek için çerçeve kalınlığı küçük olmalıdır. Bu çerçeve özel bir yapı ile suda çözünen siyah boya ile boyanmış duvar yüzeyine (emici yüzey) sabitlenmektedir. Emici yüzey, saydam yalıtım malzemesinin yüzeyine direkt olarak temas etmektedir [11].

Saydam yalıtım malzemesinin uygulandığı pasif sistem olarak işlev gören bina cephelerine düşük enerjili binalarda rastlamak mümkün olmaktadır.

Aşağıdaki şekillerde örnek uygulamalar görülmektedir (Şekil 3.2. ve Şekil 3.3.)



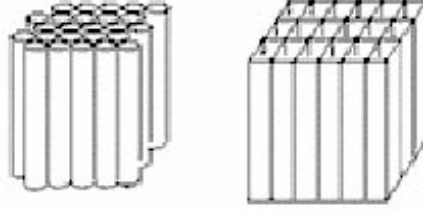
Şekil 3.2- Villa Tannheim, ISES Genel Merkez Binası, Freiburg, Almanya [12]



Şekil 3.3- Saydam yalıtım malzemesi uygulanan büro binası cephesi [13]

3.2. Binalarda Gün Işığı Elemanları

Gün ışığı uygulamalarında yaygın olarak kullanılabilecek saydam yalıtım malzemeleri, kapiler veya balpeteği yapıda saydam yalıtım malzemeleri ile dolgulu pencerelerdir. Şekil 3.4.'de kapiler ve balpeteği yapıda saydam yalıtım malzemesi örneği görülmektedir.



Şekil 3.4- Kapiler ve balpeteği yapıda saydam yalıtım malzemesi [10]

Kapiler veya balpeteği yapıda saydam yalıtım malzemeleri, iki cam tabakası arasına yerleştirilmektedir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5- Kapiler veya balpeteği yapıda saydam yalıtım malzemesi kullanılan gün ışığı elemanı [7]

Saydam yalıtım malzemeleri kullanılarak oluşturulan gün ışığı elemanlarının en önemli özelliği U değerinin $1 \text{ W/m}^2\text{C}$ 'den küçük ve enerji geçirgenliğinin %50'den daha büyük olmasıdır. Bu fiziksel özellikler ile, saydam yalıtım malzemeleri kullanılan gün ışığı elemanları geleneksel pencere sistemlerine göre daha az ısı kaybı sağladığından enerji korunumu açısından daha etkindir. Saydam yalıtım malzemeleri kullanılan gün ışığı elemanları, aynı U değerini sağlayan standart çift camlar ile karşılaştırıldığında, saydam yalıtım malzemesi kullanılan gün ışığı elemanın ısı kayıpları standart çift camlara göre 1/3 oranında olmaktadır. Bu durum, kuzeye bakan cam yüzeylerin arttırılmasına olanak vermektedir [8].

3.3. Binaların Enerji Etkin Yenilenmesi

Yetersiz yalıtılmış bir cepheyi enerji kazanımı açısından güçlendirmek için uygulanabilecek geleneksel yöntemler, yeni bir katman uygulamak ve

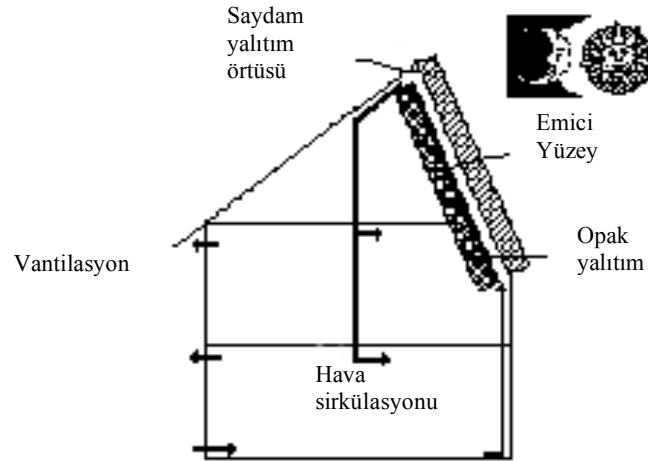
opak yalıtım ilave etmektir. Bu uygulamanın sebebi, duvar iyi yalıtılmış olursa ısı kayıplarının azalacağı düşüncesinden kaynaklanmaktadır.

Bununla beraber, uygulanan yalıtım güneş ışıınının olduğu dönemlerde güneş enerjisi kazançlarını binanın ısıtma ihtiyacına katkıda bulunması için depolanmasına olanak sağlamaktadır.

Son zamanlarda binaların enerji etkin olarak yenilenmesinde, yalıtım malzemesi olarak saydam yalıtım malzemeleri kullanılmaya başlanmıştır. Dış duvarlarda, kabuk elemanını güçlendirmek, eski cepheyi değiştirmek veya korumak, mekan ısıtması için gerekli olan ısı ihtiyacını azaltmak için bu malzemeler kullanılmaktadır. Saydam yalıtım malzemeleri uygulanan cephelerde toplam ısı geçirme katsayısı düşük olmakta ve güneş ışıınınından oluşan ısı kazancı artmaktadır [14].

3.4. Binaların Güneş Enerjisinden Yararlanılarak Isıtılması - Hava Taşıyıcılı Kolektörler

Saydam yalıtım malzemeleri, aktif güneş enerjisi ısıtma sistemleri için havanın akışkan olarak kullanıldığı kolektörlerde kullanılmaktadır (Şekil 3.6.). Bu sistemde genellikle kapiler yapıda saydam yalıtım malzemesi veya üç katmanlı polikarbonat plakalar kullanılmaktadır. Sıcak hava, kontrollü fanlar tarafından binanın içine doğru yayılmaktadır. Kolektör sıcaklığı ile binadaki sıcaklık arasında ilave 5 °C fark var ise kontrol sistemi havanın akmasına izin vermektedir. Ayrıca, kolektör ile binadaki iç hava sıcaklığı arasındaki belirli fark değerlerine bağlı olarak kontrol sistemi devreye girmektedir. Opak yalıtım, kolektörün altındaki mekanlar aşırı ısınmaya karşı korumaktadır [3].



Şekil 3.6- Hava taşıyıcılı kolektör [3]

4. BİNALARDA SAYDAM YALITIM KULANIMININ ENERJİ TASARRUFUNA KATKISININ İRDELENMESİ

Saydam yalıtım kullanılan dış duvar alternatiflerin yalıtım kullanılmayan alternatife göre enerji korunumuna katkılarının belirlenmesi amacıyla İstanbul Ataşehir Toplu Konut yerleşmesinde bulunan bir konut binasındaki bir dairenin güney yönüne bakan yaşama hacminde bir çalışma yapılmıştır [15].

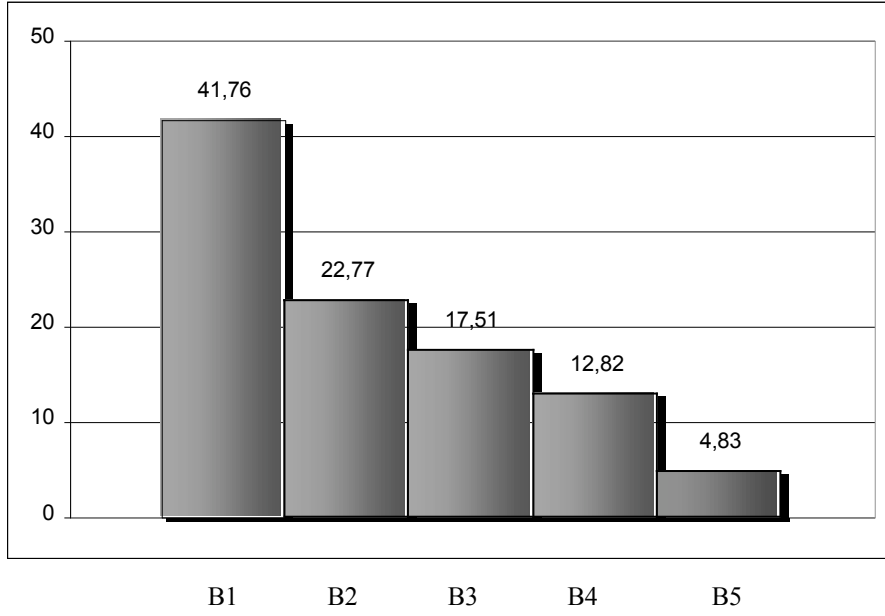
B.2.-B.3.-B.4.-B.5. dış duvar alternatiflerinin, delikli tuğla üzerine sırasıyla 40-62-90-122mm. kalınlıklarında saydam yalıtım malzemesi kullanılarak oluşturulduğu kabul edilmiştir. B.1. nolu alternatifte yalıtım kullanılmamıştır. Kullanılan saydam yalıtım malzemesinin ısı geçişine ilişkin fiziksel özellikleri Türkiye’de üretilmemesi sebebi ile yurt dışındaki bir firmanın katalogundan alınmıştır [16]. Diğer malzemelerin ısı geçişine ilişkin fiziksel özellikleri ise TS 825 Standardından alınmıştır [17].

Dış duvardan kaybedilen günlük toplam ısı miktarları, ısıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü olarak kabul edilen 21 Ocak için hesaplanmıştır.

Gerçek atmosfer koşulları için, ısıtmanın istendiği dönemde dış duvardan kaybedilen günlük toplam ısı miktarlarının hesaplanmasında bir bilgisayar programından yararlanılmıştır.

Bu program aracılığı ile yapılan hesaplamalarda tek boyutlu ve zamana bağlı ısı akımı hesaplamalarında sonlu farklar yöntemi kullanılmaktadır [18].

Oluşturulan dış duvar alternatifleri için, ısıtmanın istendiği döneme ait tasarımın dayandırıldığı dış koşullara bağlı olarak, dış duvardan kaybedilen günlük toplam ısı miktarları (Q_{duv}) Şekil 4.1.’de verilmektedir [15]. Saydam yalıtımın kalınlığı arttıkça dış duvardan kaybedilen ısı miktarı azalmaktadır.



Şekil 4.1- Saydam yalıtım kullanılan alternatiflerin yalıtım kullanılmayan alternatife göre ısı kayıpları açısından karşılaştırması

Hesaplama sonuçlarının enerji tasarrufu açısından karşılaştırılması, saydam yalıtım malzemesi kullanılan dış duvar alternatiflerinin, yalıtım kullanılmayan dış duvar alternatiflerine göre enerji tasarrufuna katkısının belirlenmesi ve bu katkının yüzde (%) olarak ifade edilmesi şeklinde yapılmıştır. Karşılaştırma sonuçları Tablo 4.1.' de gösterilmektedir.

Tablo 4.1- Farklı kalınlıklarda saydam yalıtım malzemesi kullanılan dış duvar alternatiflerinin, yalıtım kullanılmayan alternatife göre ısıtma enerjisi tasarrufuna katkıları

Alternatif No	Dış Duvar Ana Malzemesi	Saydam Yalıtım Malzemesinin Kalınlığı (m)	Alternatiflerin Yalıtımsız Alternatife Göre Isıtma Enerjisi Tasarrufuna Katkısı (%)
B.2.	Delikli Tuğla	0,040	45%
B.3.		0,062	58%
B.4.		0,090	69%
B.5.		0,122	88%

5. SONUÇLAR

Saydam yalıtım malzemelerinin binalardaki enerji tasarrufuna katkıları İstanbul için hacim ölçeğinde yapılan hesaplamalara dayanarak açıklanmıştır. Yapılan çalışmada, ısıtmanın istendiği dönemde 0.040m. kalınlığında saydam yalıtım malzemesi kullanımı ile %45 enerji tasarrufu, 0,122m. kalınlığında saydam yalıtım malzemesi kullanımı ile %88 enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür.

Son yıllarda diğer ülkelerde enerji korunumu amacıyla bina dış duvarlarında saydam yalıtım uygulamalarının artmasına rağmen ülkemizde saydam yalıtım henüz yaygın kullanılmamaktadır. Ülkemizde yeterince tanıtılmaları ve uygun bir maliyetle üretilmeleri halinde, saydam yalıtım malzemelerinin yaygın olarak kullanılabileceği ve gelecek yıllarda saydam yalıtım malzemelerinin, ülkemizde hızla büyüyen bir sektör olarak yerini alacağı görülmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Göksal, T., (2000) “*Mimarlık ve Enerji Korunumu, Enerji Etkin Tasarım*”, Arredomento Mimarlık, 5, 146-153.
2. Matuska, T., (2000) “*Solar Energy Transmittance of Transparent Insulations*”, CVUT STC, Prague. <http://www.fsid.cvut.cz/ascii/en/U216/matuska.htm>
3. Peuportier, B., (1993) “*Transparent Insulation for Solar and Green Buildings*”, Centre for Energy Studies, Paris. <http://www.cenerg.ensmp.fr/english/themes/cycle/html/16.html>
4. ---, (1996) “*Advanced Glazings and Transparent Insulation*”, Education of Architects in Solar Energy and Environment, Section 3.1. http://www.cenerg.ensmp.fr/ease/tech_main.html
5. Hausner, R., (1996) “*Transparent Insulation and Areas of Application*”, Society for Renewable Energy, Austria. <http://www.aee.at/verz/english/tin.html>
6. Andersen, N.B. and Olsen, L., “*Super Insulated Windows with Silica Aerogel*”, Department of Energy Technology and Department of Building Technology, Danish Technological Institute, Taastrup, Denmark.
7. ---, (2001) “*Transparent Thermal Insulation (TWD)*”, Society for Renewable Energy, Austria. [http://www.energytech.at/\(en\)/solar/portrait_kapitel-5.html](http://www.energytech.at/(en)/solar/portrait_kapitel-5.html)
8. Marko, A., Braun, P.O., (1995) “*Thermal Use of Solar Energy in Buildings*”, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (FHG-ISE), Germany.
9. Saxhof, B., (1997) “*Transparent Insulation, Innovative Technologies*”, Solar Energy Houses, International Energy Agency (IEA), London, UK.
10. Platzer, W.J., (2001) “*Transparent Insulation Materials and Products: A Review, Advances in Solar Energy*”, Vol 14, ISBN 0-89553-257-3.

11. Platzer, W.J., (1998) “*Professionalization and Diversification, Advances and Problems of Transparent Insulation in The Market*”, EuroSun 98.
http://www.fvtwd.de/pdf/papers/ti9_platzer_market.pdf
12. ---, (2002) “*Villa Tannheim, International Headquarters, The International Solar Energy Society (ISES)*”, Freiburg, Germany.
<http://wire.ises.org/entry.nsf/E?Open&imagelib&1274CFA006463C13C1256767003A0337>
13. ---, (2001) “*Solar Thermal Energy*”, Society for Renewable Energy and Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology, Austria.
<http://energytech.at/solar/results.html?id=361>
14. Elmroth, A. and Kjellsson, E., (1995) “*Solar Energy in Building Renovation*”, Department of Building Physics, Lund University, Sweden.
http://www.iris.cnr.it/Sustain/sbr_pdf/Solar%20energy%20in%20building%20renovation.pdf
15. Yeşildal, B.B., (2002) “*Enerji Korunumu Açısından Dış Duvarlarda Saydam Yalıtım Kullanımının İrdelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
16. ---, (2001), “*Kapilux-H Technical Brochure*”, Transparent Insulation, Okalux Kapillarglas GmbH, Marktheidenfeld, Germany. <http://www.okalux.de>
17. Anonim, (1998) “*TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
18. Yılmaz, Z., (1983) “*İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*”, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.